

30. 3. 2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 15 APR 2004

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月31日
Date of Application:

出願番号 特願2003-094728
Application Number:
[ST. 10/C] : [JP2003-094728]

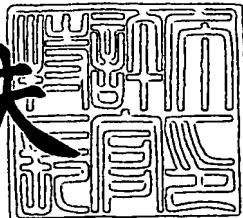
出願人 新日本製鐵株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 2月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
【整理番号】 NS00432
【提出日】 平成15年 3月31日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 C23C 20/02
C22C 38/02

【発明者】

【住所又は居所】 富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内

【氏名】 田中 幸基

【発明者】

【住所又は居所】 富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内

【氏名】 池松 陽一

【発明者】

【住所又は居所】 富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内

【氏名】 林 俊一

【発明者】

【住所又は居所】 富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内

【氏名】 澤田 英明

【発明者】

【住所又は居所】 君津市君津1番地 新日本製鐵株式会社 君津製鐵所内

【氏名】 高橋 彰

【発明者】

【住所又は居所】 君津市君津1番地 新日本製鐵株式会社 君津製鐵所内

【氏名】 本田 和彦

【発明者】

【住所又は居所】 北九州市戸畠区飛幡町1-1 新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所内

【氏名】 末廣 正芳

【発明者】

【住所又は居所】 北九州市戸畠区飛幡町1-1 新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所内

【氏名】 高田 良久

【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【代理人】

【識別番号】 100107892

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 俊太

【選任した代理人】

【識別番号】 100105441

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 久喬

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2003- 29795

【出願日】 平成15年 2月 6日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 089005

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0003043

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 合金化溶融亜鉛めっき鋼板、およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Cを0.05～0.40質量%、Siを0.2～3.0質量%、Mnを0.1～2.5質量%含有し、残部をFeおよび不可避的不純物からなる鋼板の表面に、Fe濃度が7～15質量%、Al濃度が0.01～1質量%で、残部がZnと不可避的不純物からなるZn合金めっき層を有し、さらに、該めっき層中にAl酸化物、Si酸化物、Mn酸化物、AlとSiの複合酸化物、AlとMnの複合酸化物、SiとMnの複合酸化物、AlとSiとMnの複合酸化物から選ばれる一種以上の酸化物粒子を、単独または複合して含有することを特徴とする合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【請求項2】 前記鋼板はさらに、Al：0.01質量%以上2質量%以下、B：0.0005質量%以上0.01質量%未満、Ti：0.01質量%以上0.1質量%未満、V：0.01質量%以上0.3質量%未満、Cr：0.01質量%以上1質量%未満、Nb：0.01質量%以上0.1質量%未満、Ni：0.01質量%以上2.0質量%未満、Cu：0.01質量%以上2.0質量%未満、Co：0.01質量%以上2.0質量%未満、Mo：0.01質量%以上2.0質量%未満のうちの1種又は2種以上を含有することを特徴とする請求項1に記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【請求項3】 前記酸化物粒子が、酸化ケイ素、酸化マンガン、酸化アルミニウム、アルミニウムシリケート、マンガンシリケート、マンガンアルミニウム酸化物、マンガンアルミニウムシリケートのいずれか一種以上であることを特徴とする請求項1又は2に記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【請求項4】 前記酸化物の粒子径の平均直径が、0.01～1μmであることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【請求項5】 前記鋼板の組織が、フェライト相、ベイナイト相、および残留オーステナイト相の複合組織を有することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【請求項6】 連続式溶融亜鉛めっき設備により、合金化溶融亜鉛めっき鋼板を製造する方法であって、

該設備の還元炉における再結晶焼鈍工程での加熱温度Tを650℃以上900℃以下とし、さらに、該還元炉の雰囲気の水蒸気分圧 P_{H2O} と水素分圧 P_{H2} との比 P_{H2O}/P_{H2} が、

$$1.4 \times 10^{-10}T^2 - 1.0 \times 10^{-7}T + 5.0 \times 10^{-4} \leq P_{H2O}/P_{H2} \leq 6.$$

$4 \times 10^{-7}T^2 + 1.7 \times 10^{-4}T - 0.1$ を満足する雰囲気に鋼板を通板して、鋼板の表面から $1.0 \mu\text{m}$ までの深さの領域に内部酸化物を形成し、次いで、溶融亜鉛めっき処理、合金化処理を順に行うことを特徴とする合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法。

【請求項7】 前記鋼板の成分が、Cを0.05～0.40質量%、Siを0.2～3.0質量%、Mnを0.1～2.5質量%含有し、残部をFeおよび不可避的不純物からなる請求項6に記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法。

【請求項8】 前記鋼板はさらに、Al:0.01質量%以上2質量%以下、B:0.0005質量%以上0.01質量%未満、Ti:0.01質量%以上0.1質量%未満、V:0.01質量%以上0.3質量%未満、Cr:0.01質量%以上1質量%未満、Nb:0.01質量%以上0.1質量%未満、Ni:0.01質量%以上2.0質量%未満、Cu:0.01質量%以上2.0質量%未満、Co:0.01質量%以上2.0%未満、Mo:0.01質量%以上2.0質量%未満のうちの1種又は2種以上を含有することを特徴とする請求項7に記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法。

【請求項9】 前記内部酸化物が、酸化ケイ素、酸化マンガン、酸化アルミニウム、アルミニウムシリケート、マンガンシリケート、マンガンアルミニウム酸化物、マンガンアルミニウムシリケートから選ばれる一種以上であることを特徴とする請求項6乃至8のいずれかに記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車、建材および電気製品の部材として利用できる高強度の合金化溶融亜鉛めっき鋼板、およびその製造方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

自動車業界では、環境対策のための車体軽量化と衝突安全性を両立させるため、成形性と高強度の両方の特性を兼ね備えた鋼板に対する要求が高まっている。

【0003】

このようなニーズに対し、例えば、特許文献1には、鋼板組織をフェライト相、ペイナイト相、オーステナイト相の3相が混合した組織とし、成型加工時に残留オーステナイトがマルテンサイトに変態することで高延性を示す変態誘起塑性を利用した鋼板が開示されている。この種の鋼板は、鋼中に、例えば、Cを0.05～0.4質量%、Siを0.2～3.0質量%、Mnを0.1～2.5質量%添加し、2相域で焼鈍後、冷却過程の温度パターンを制御することで複合組織を形成しており、高価な合金元素を用いることなく特性が出せるという特徴を有する。

【0004】

この鋼板に、連続溶融亜鉛めっき設備で亜鉛めっきを施す場合には、通常、鋼板表面を脱脂処理し、表面の清浄化を行い、次に、上述した組織の形成を目的として、無酸化炉で加熱して、鋼板表面に50nm～1μm程度の厚さの酸化鉄層を形成した後、還元炉で焼鈍して前記酸化鉄層を還元し、続いて溶融亜鉛めっき浴に浸漬して亜鉛めっきを施す。合金化溶融亜鉛めっき鋼板を製造する場合には、前記工程でめっき浴浸漬後、さらに鋼板を400～600℃程度の温度に保持して亜鉛と鉄を合金化し、めっき層をFeとZnの合金相であるδ1相にする。

【0005】

しかし、前記鋼板は、通常の深絞り用冷延鋼板などと比較すると、易酸化性の元素であるSiとMnの含有量が多いため、上述した一連の工程で行われる熱処理において、鋼板表面にSi酸化物やMn酸化物やSiとMnの複合酸化物が形成されやすいという問題がある。だが、工業的規模の設備において、加熱工程の

雰囲気の酸素ポテンシャルをSiやMnが酸化されないような程度にまで低減することは困難であるため、鋼板表面におけるSi、Mnの酸化物形成は実質的に避けられない現象である。そして、鋼板表面にSi酸化層やMn酸化層が形成されると、合金化溶融亜鉛めっき鋼板製造時の合金化工程において、ZnとFeとの合金化が阻害され、Fe-Zn合金相が未形成の部分が残るという問題があった。

【0006】

この問題の解決策として容易に考えられる方法は、合金化処理温度を高めに設定してFeとZnの合金化を促進することであるが、合金化処理温度である450～600℃では、鋼板中のオーステナイトの変態も起こるため、合金化処理温度を高めに設定した場合、保持時間によっては、鋼板組織がフェライト相、ベイナイト相、オーステナイト相の3相が混合した組織という所望の混合組織とはならず、その結果、目的とする鋼板の成形性と強度が確保できない場合があるという問題があった。

【0007】

この問題に対して、特許文献2では、連続溶融亜鉛めっき工程での無酸化炉による加熱処理工程において、鋼板表面に40～1000nmの酸化鉄層を形成することにより、還元工程でのSiやMnの外方拡散を防止し、Si酸化層の形成を抑制してめっき性を改善する方法が開示されている。しかし、この方法では、酸化鉄層の厚さに対して、還元時間が長すぎれば鋼板表面でSiが濃化してSi酸化層が形成され、還元時間が短すぎれば鋼板表面に酸化鉄が残存して、めっき性の不良、すなわちFeとZnの合金相の未形成部分ができるという問題があった。また、最近の連続式溶融亜鉛めっき設備では、無酸化炉を用いずに輻射式加熱炉を用いた焼純方式が主流になりつつあり、このような設備では、前記方法は適用できないという問題があった。

【0008】

また、特許文献3では、焼純時のSiやMnの選択酸化を防ぐ方法として、鋼板を熱間圧延した後、黒皮スケールを付着させたまま、実質的に還元が起きない雰囲気中で650～950℃の温度範囲で熱処理を施すことによって、地鉄表層

部に十分な内部酸化層を形成する方法が開示されている。しかし、この方法では、従来の連続溶融亜鉛めっき工程に加えて、さらに、内部酸化層を形成するための熱処理工程と酸洗処理工程が必要となるため、製造コストの上昇を招くという問題があった。また、内部酸化層を有するめっき鋼板は、めっき層が剥離しやすいという問題もあった。

【0009】

【特許文献1】

特開平5-59429号公報

【特許文献2】

特開昭55-122865号公報

【特許文献3】

特開2000-309824号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

上記問題に鑑み、本発明では、めっき層中のFeとZnの合金相の未形成部分の占める面積が、鋼板全体の面積の10%未満であり、強度と成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板を提供することを課題とする。さらに、従来の連続式溶融亜鉛めっき製造設備に設備改造や工程を加えることなく、低成本で上記合金化溶融亜鉛めっき鋼板を製造する方法を提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記問題を解決するため、本発明者らは、鋭意検討を重ねた結果、めっき層中に、Al酸化物、Si酸化物、Mn酸化物、AlとSiの複合酸化物、AlとMnの複合酸化物、SiとMnの複合酸化物、AlとSiとMnの複合酸化物から選ばれる一種以上の酸化物粒子を、単独または複合して含有させることによって、めっき層の合金化が促進され、鋼板全面に渡って均一な合金化が得られることを新たに見出し、めっき層中のFeとZnの合金相の未形成部分の占める面積が、鋼板全体の面積の10%未満であり、強度と成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板を提供できることを可能とした。

【0012】

めっき層中に酸化物粒子を添加することによってめっき層の合金化が促進され、鋼板全体に渡って均一な合金層が得られることの根本的な原因は不明であるが、本発明者らは鋭意検討を続けた結果、めっき層を上記の構造とすることで、Fe-Znの合金化が鋼板全面に渡って均一に起こることを見出したのである。

【0013】

なお、本発明者らは、上述の合金化溶融亜鉛めっき鋼板は、連続式溶融亜鉛めっき設備の再結晶焼鈍工程において、還元炉内の雰囲気の水蒸気分圧と水素分圧の比 (P_{H2O}/P_{H2}) を加熱温度T (℃) に対して、 $1.4 \times 10^{-10}T^2 - 1.0 \times 10^{-7}T + 5.0 \times 10^{-4}$ 以上 $6.4 \times 10^{-7}T^2 + 1.7 \times 10^{-4}T - 0.1$ 以下となるように調整して、鋼板の表面から $1.0 \mu m$ までの深さの領域に内部酸化物を形成した後、次いで、溶融亜鉛めっき処理、合金化処理を順に行うことにより得られることを見出している。

【0014】

すなわち、本発明は以下をその要旨とする。

(1) Cを0.05～0.40質量%、Siを0.2～3.0質量%、Mnを0.1～2.5質量%含有し、残部をFeおよび不可避的不純物からなる鋼板の表面に、Fe濃度が7～15質量%、Al濃度が0.01～1質量%で、残部がZnと不可避的不純物からなるZn合金めっき層を有し、さらに、該めっき層中にAl酸化物、Si酸化物、Mn酸化物、AlとSiの複合酸化物、AlとMnの複合酸化物、SiとMnの複合酸化物、AlとSiとMnの複合酸化物から選ばれる一種以上の酸化物粒子を、単独または複合して含有することを特徴とする合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

(2) 前記鋼板はさらに、Al:0.01質量%以上2質量%以下、B:0.0005質量%以上0.01質量%未満、Ti:0.01質量%以上0.1質量%未満、V:0.01質量%以上0.3質量%未満、Cr:0.01質量%以上1質量%未満、Nb:0.01質量%以上0.1質量%未満、Ni:0.01質量%以上2.0質量%未満、Cu:0.01質量%以上2.0質量%未満、Co:0.01質量%以上2.0質量%未満、Mo:0.01質量%以上2.0質量%

%未満のうちの1種又は2種以上を含有することを特徴とする(1)に記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

(3) 前記酸化物粒子が、酸化ケイ素、酸化マンガン、酸化アルミニウム、アルミニウムシリケート、マンガンシリケート、マンガンアルミニウム酸化物、マンガンアルミニウムシリケートのいずれか一種以上であることを特徴とする(1)又は(2)に記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

(4) 前記酸化物の粒子径の平均直径が、0.01~1μmであることを特徴とする(1)乃至(3)のいずれかに記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

(5) 前記鋼板の組織が、フェライト相、ベイナイト相、および残留オーステナイト相の複合組織を有することを特徴とする(1)乃至(4)のいずれかに記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

(6) 連続式溶融亜鉛めっき設備により、合金化溶融亜鉛めっき鋼板を製造する方法であって、該設備の還元炉における再結晶焼鈍工程での加熱温度Tを650℃以上900℃以下とし、さらに、該還元炉の雰囲気の水蒸気分圧PH20と水素分圧PH2との比PH20/PH2が、 $1.4 \times 10^{-10}T^2 - 1.0 \times 10^{-7}T + 5.0 \times 10^{-4} \leq PH20/PH2 \leq 6.4 \times 10^{-7}T^2 + 1.7 \times 10^{-4}T - 0.1$ を満足する雰囲気に鋼板を通板して、鋼板の表面から1.0μmまでの深さの領域に内部酸化物を形成し、次いで、溶融亜鉛めっき処理、合金化処理を順に行うことを特徴とする合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法。

(7) 前記鋼板の成分が、Cを0.05~0.40質量%、Siを0.2~3.0質量%、Mnを0.1~2.5質量%含有し、残部をFeおよび不可避的不純物からなる(6)に記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法。

(8) 前記鋼板はさらに、Al:0.01質量%以上2質量%以下、B:0.0005質量%以上0.01質量%未満、Ti:0.01質量%以上0.1質量%未満、V:0.01質量%以上0.3質量%未満、Cr:0.01質量%以上1質量%未満、Nb:0.01質量%以上0.1質量%未満、Ni:0.01質量%以上2.0質量%未満、Cu:0.01質量%以上2.0質量%未満、Co:0.01質量%以上2.0%未満、Mo:0.01質量%以上2.0質量%未満のうちの1種又は2種以上を含有することを特徴とする(7)に記載の合金化

溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法。

(9) 前記内部酸化物が、酸化ケイ素、酸化マンガン、酸化アルミニウム、アルミニウムシリケート、マンガンシリケート、マンガンアルミニウム酸化物、マンガンアルミニウムシリケートから選ばれる一種以上であることを特徴とする（6）乃至（8）のいずれかに記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明の合金化溶融亜鉛めっき鋼板は、優れたプレス成形性と強度の両方を兼ね備え、且つ、めっき層におけるFe-Zn合金相の未形成部分の占める面積が、鋼板全体の面積の10%未満であることを特徴とする。

【0016】

この特徴を付与するには、まず、鋼板自体の延性と強度を確保するため、鋼板成分として、Cを0.05～0.40質量%、Siを0.2～3.0質量%、Mnを0.1～2.5質量%、残部はFeおよび不可避的不純物とし、鋼板の組織をフェライト相、ベイナイト相、オーステナイト相を含有する複相組織とした。

【0017】

本発明に用いる合金化溶融亜鉛めっき鋼板の鋼板母材の各添加元素の添加理由を以下に述べる。

【0018】

Cは、鋼板のオーステナイト相を安定化するために添加する元素である。添加量が、0.05質量%未満ではその効果が期待できず、また0.40質量%を超えると、溶接性を悪化させるなどの本発明の溶融亜鉛めっき鋼板を実用に供する上で悪影響があるので、C添加量は0.05質量%以上0.4質量%以下とした。

【0019】

Siは、Cをオーステナイト相へ濃化させる作用によりオーステナイト相を室温においても安定に存在させるために添加する元素である。添加量が、0.2質量%未満ではその効果は期待できず、3.0質量%超では内部酸化膜が厚く形成されてめっきの剥離をまねくので、Si添加量を0.2質量%以上3.0質量%

以下とした。

【0020】

Mnは、熱処理過程でオーステナイトがパーライトに変化するのを防止するために添加する。添加量が、0.1質量%未満ではその効果はなく、2.5質量%超では溶接部が破断するなど、本発明の溶融亜鉛めっき鋼板を実用に供する上の悪影響があるので、添加するMnの濃度は0.1質量%以上2.5質量%以下とした。

【0021】

本発明の鋼板母材は、基本的には上記の元素を添加したものであるが、添加する元素はこれらの元素だけに限定されるものでなく、鋼板の諸特性を改善する効果があることが既に公知であるような元素、例えば、プレス成形性を高める効果のあるAlを添加しても良い。鋼板のプレス成形性を高めるために添加するAlは、0.01質量%以上であることが望ましいが、Alの過剰な添加はめっき性の劣化や介在物の増加を招くので、Alの添加量は2質量%以下が望ましい。

【0022】

また、例えば、焼入れ向上効果のあるB、Ti、V、Cr、Nbのうち1種または2種以上を、Bを0.0005質量%以上0.01質量%未満、Tiを0.01質量%以上0.1質量%未満、Vを0.01質量%以上0.3質量%未満、Crを0.01質量%以上1質量%未満、Nbを0.01質量%以上0.1質量%未満添加してもよい。これらの元素は、鋼板の焼入れ性の向上を期待して添加するもので、それぞれ上記の添加濃度未満では焼入れ性の改善効果が期待できない。また、それぞれ上記の添加濃度の上限以上に添加しても良いが、効果が飽和し、コストに見合うだけの焼入れ性改善効果は期待できなくなる。

【0023】

また、例えば、強度改善効果のあるNi、Cu、Co、Moなどを0.01質量%以上2.0質量%未満添加しても良い。これらの元素は、強度改善効果を期待して添加するもので、規定の濃度未満では強度改善効果が期待できず、一方、過剰のNi、Cu、Co、Moの添加は、強度の過剰や合金コストの上昇につながる。また、P、S、Nなどの、一般的な不可避元素を含有していても良い。

【0024】

本発明の溶融亜鉛めっき鋼板に、室温での加工誘起変態による優れた加工性と強度を付与するため、鋼板の組織はフェライト相、オーステナイト相およびベイナイト相の3相からなる複相組織とした。

【0025】

本発明に係る合金化溶融亜鉛めっき鋼板のめっき層の組成は、Fe濃度が7～15質量%、Al濃度が0.01～1質量%で、残部がZnと不可避的不純物からなる組成とした。

【0026】

この理由は、Feについては、めっき層のFe濃度が、7質量%未満では化成処理不良となり、15質量%超では加工によるめっきの剥離が起こるからである。Alについては、めっき層中のAl含有量が、0.01質量%未満ではFeとZnの合金化が過剰となり、1質量%超では耐食性が劣化するからである。また、めっきの目付け量については特に制約はない。

【0027】

つぎに、本発明の合金化溶融亜鉛めっき鋼板のめっき層の構造について説明する。

【0028】

図1に、本発明の合金化溶融亜鉛めっき鋼板の断面の模式図の一例を示す。本発明の合金溶融化亜鉛めっき鋼板は、めっき層の中に、Al酸化物、Si酸化物、Mn酸化物、AlとSiの複合酸化物、AlとMnの複合酸化物、SiとMnの複合酸化物、AlとSiとMnの複合酸化物の粒子の一種以上を、単独または複合して含有する構造である。めっき層がこのような構造であることにより、めっき層中の酸化物粒子によってFeとZnの合金化が促進され、鋼板全面にわたって均一に合金化が起こり、Fe-Zn合金相が未形成である部分は鋼板全体の面積の10%未満となる。

【0029】

めっき層のFe-Znの合金化程度の評価は、鋼板から分析点を無作為に選んで、めっき層の成分を定量し、めっき層の組成が、本発明の範囲であるFe濃度

が7～15質量%の範囲になる場合を合格とする。分析方法について特に制約を設けるものではなく、下記の分析法および評価の例が本特許を限定するものでもない。分析法としては、例えばグロー放電発光分析法、蛍光X線分析法、X線マイクロアナリシス、透過電子顕微鏡によりめっき層中のFe濃度を定量するか、あるいはめっき層を溶解液で溶解して化学分析する方法を用いればよい。各分析点のサイズは、用いる分析方法に応じて最適なサイズを設定すればよい。また、1鋼板当たりの分析点の数についても制約はないが、代表性のよい評価結果を得るためにには、1枚の鋼板に対して複数箇所を分析し、めっき層の組成が、本発明の範囲であるFe濃度が7～15質量%の範囲になる箇所が、全分析箇所のうち90%以上あることを確認する。そのため、分析点の数は1枚の鋼板について無作為に選定した箇所を5箇所以上分析することが望ましい。

【0030】

例えば、以下のような評価方法を用いればよい。すなわち、めっき層のFe-Znの合金化程度の評価を、1枚の鋼板に対して分析点を無作為に10箇所選び、グロー放電発光分析法によってめっき層中のFe濃度を定量する。このとき、各分析点のサイズは直径5mmで一定とする。めっき層中のFe濃度が7～15質量%である箇所が9ヶ所以上ある場合を合格と判定し、これ以外の場合を不合格と判断し、めっき層中のFe濃度が、7質量%未満の箇所が2箇所以上ある場合を合金化が不足であるとして不合格と判定し、15質量%超の箇所が2箇所以上ある場合を合金化が過剰であるとする。

【0031】

めっき層中に含有するAl酸化物、Si酸化物、Mn酸化物、AlとSiの複合酸化物、AlとMnの複合酸化物、SiとMnの複合酸化物、AlとSiとMnの複合酸化物は、それぞれ、酸化ケイ素、酸化マンガン、酸化アルミニウム、アルミニウムシリケート、マンガンシリケート、マンガンアルミニウム酸化物、マンガンアルミニウムシリケートである。Si、Mn、Alは、鋼板成分として添加する元素であり、鋼板の熱処理工程においてそれが鋼板表層部で酸化物となって、酸化ケイ素、酸化マンガン、酸化アルミニウム、アルミニウムシリケート、マンガンシリケート、マンガンアルミニウム酸化物、マンガンアルミニウムシリケートである。

ムシリケートを形成するため、容易にめっき層中に含有させることができる。前記酸化物粒子をめっき層中へ含有させる方法については後述する。

【0032】

なお、めっき層のFeとZnの合金化を促進させるために、めっき層中に含有させる酸化物粒子としては、上記、酸化ケイ素、酸化マンガン、酸化アルミニウム、アルミニウムシリケート、マンガンシリケート、マンガンアルミニウム酸化物、マンガンアルミニウムシリケート以外の酸化物であっても良いが、その場合は、その酸化物粒子をめっき浴に添加するか、その酸化物の主成分元素を鋼板に添加しなければならず、製造コストの上昇を招く。

【0033】

めっき層中に含有する酸化物粒子の大きさは、平均直径0.01μm以上1μm以下が好ましい。この理由は、酸化物粒子の平均直径が0.01μm未満では、めっき層のFe-Znの合金化を均一に起こさせる効果が低下し、酸化物粒子の平均直径を1μm超にすると、合金化溶融亜鉛めっき鋼板の加工時に、酸化物粒子が割れの起点になりやすく、加工部の耐食性を劣化させるという、本発明の溶融亜鉛めっき鋼板を実用に供する際に悪影響が現れやすいからである。

【0034】

なお、本発明で言うところの酸化物粒子の平均直径とは、めっき層の断面を観察して検出した酸化物粒子の平均の円相当径を指しており、酸化物粒子が球状であるか板状あるいは針状であるかなどの形状は問わない。

【0035】

酸化物粒子の平均直径を測定する方法としては、合金化溶融亜鉛めっき鋼板の断面を研磨する、または、FIB（集束イオンビーム加工装置）により加工して断面を露出させて試料を作製した後、走査型電子顕微鏡による観察、X線マイクロアナリシスによる面分析、オージェ電子分析法による面分析によって分析する方法が挙げられる。または、めっき層を含むように鋼板断面を薄片に加工した後、透過型電子顕微鏡によって観察しても良い。本発明に関しては、これらの分析法によって得られた画像データを画像解析して酸化物粒子の円相当径を算出し、その平均値が0.01μm以上1μm以下であれば良く、観察した領域内に0.

0.1 μm未満の粒子や1 μm超の粒子を含んでいても良い。

【0036】

また、上記酸化物粒子のめっき層中の含有量については、特に制約は設けないが、めっき層中に 1×10^8 個/cm²以上 1×10^{11} 個/cm²以下の粒子密度で含有していることが好ましい。酸化物粒子の含有量が 1×10^8 個/cm²未満の場合には、めっき層のFeとZnの合金化を促進し、鋼板全面にわたって均一に合金化する効果が期待できない場合があり、一方、 1×10^{11} 個/cm²超の過剰の酸化物粒子は、めっき層の剥離の原因になるからである。

【0037】

つぎに、本発明の合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法について説明する。

【0038】

本発明では、連続式溶融亜鉛めっき設備によって、上述の高強度鋼板に合金化溶融亜鉛めっきを行う。

【0039】

本発明の合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法では、連続式溶融亜鉛めっき設備の再結晶焼鈍工程において、鋼板が上記のような所望の組織となるように加熱パターンを設定する。すなわち、還元炉で、鋼板を650～900℃の2相共存領域で、30秒～10分間焼鈍する。還元炉内の雰囲気は、水素ガスを1～70質量%の範囲で含む窒素ガスとし、炉内に水蒸気を導入して雰囲気の水蒸気分圧と水素分圧の比(P_{H2O}/P_{H2})を調整する。本発明では、この再結晶焼鈍工程における上記加熱温度T(℃)に対して、還元炉の雰囲気の水蒸気分圧と水素分圧の比(P_{H2O}/P_{H2})を、 $1.4 \times 10^{-10}T^2 - 1.0 \times 10^{-7}T + 5.0 \times 10^{-4}$ 以上 $6.4 \times 10^{-7}T^2 + 1.7 \times 10^{-4}T - 0.1$ 以下となるように調整する。

【0040】

還元炉の雰囲気の水蒸気分圧と水素分圧の比(P_{H2O}/P_{H2})を上記範囲に限定した理由は以下のとおりである。すなわち、本発明では、鋼板にSiを0.2質量%以上、Mnを0.1質量%以上添加するので、 P_{H2O}/P_{H2} が $1.4 \times 10^{-10}T^2 - 1.0 \times 10^{-7}T + 5.0 \times 10^{-4}$ 未満であると、鋼板表面に外部酸

化膜が形成され、めっきの密着不良が起こるからである。また、本発明では、鋼板に添加する Si は 3.0 質量%以下、Mn は 2.5 質量%以下であるので、 P_{H2O}/P_{H2} が $6.4 \times 10^{-7}T^2 + 1.7 \times 10^{-4}T - 0.1$ を超えると、内部酸化物の形成される深さが、鋼板表面から $1.0 \mu m$ 以上の深い範囲におよび、内部酸化物が鋼板表面に残留し、めっき層が剥離しやすくなるという問題を引き起こす上、さらに、ファイヤライトなどの Fe 酸化物が形成されるようになり、不めっきが発生するからである。上記方法で焼鈍することによって、鋼板表面から $1.0 \mu m$ までの深さの領域に、酸化ケイ素、酸化マンガン、酸化アルミニウム、アルミニウムシリケート、マンガンシリケート、マンガンアルミニウム酸化物、マンガンアルミニウムシリケートの内部酸化物の一種以上を、単独または複合して含有する構造を形成することができる。

【0041】

つづいて、めっき工程では、前記鋼板を毎秒 $2 \sim 200$ °C の冷却速度で、 $350 \sim 500$ °C の温度範囲に冷却して、5秒～20分間保持した後、Al が 0.01 質量%以上 1 質量%以下で残部が Zn と不可避的不純物からなる溶融亜鉛めっき浴に浸漬してめっきを施す。このときのめっき浴の温度や浸漬時間には特に制約を設けることはなく、また、上記のめっき工程における加熱および冷却パターンの例が本発明を限定するものではない。

【0042】

上記溶融亜鉛めっき後、合金化工程において、前記鋼板を $450 \sim 600$ °C の温度で、5秒～2分間保持し、Fe と Zn の合金化反応を起こすとともに、上記還元炉での焼鈍工程で鋼板表面に形成した内部酸化物をめっき層に移動させて、本発明の合金化溶融亜鉛めっき鋼板の特徴である、めっき層中に酸化物粒子を含むめっき層構造を形成する。

【0043】

本発明では、めっき層中に含まれる酸化物粒子の作用によって、Fe と Zn の合金化が促進されるので、合金化工程での加熱温度ならびに保持時間は、上記の範囲で十分均一な合金化が行える。そのため、鋼板中のオーステナイト相が減少しないうちに合金化処理を終えることができるので、所望組織であるフェライト

相、ベイナイト相、オーステナイト相の混合組織をもった鋼板が得られる。

【0044】

【実施例】

以下、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明は本実施例に限定されるものではない。

【0045】

表1に示す供試材鋼板を連続式溶融亜鉛めっき設備により、表2に示す条件にしたがって、再結晶焼鈍処理、めっき処理および合金化処理を行った。

【0046】

【表1】

試験材 記号	成分組成 (質量%)										備考
	C	Si	Mn	Al	P	S	Ti	Nb	Ni	Cu	
A	0.1	0.2	1.6	0.1	0.005	0.006	0.02		0.6	0.2	本発明の範囲
B	0.1	0.2	1.5	0.7	0.005	0.007	0.02	0.01	0.01	0.2	本発明の範囲
C	0.1	1.5	1.5	0.03	0.005	0.006			0.002		本発明の範囲
D	0.05	1.4	2.3	0.3	0.005	0.007					本発明の範囲
E	0.1	1.5	0.5	0.2	0.004	0.006					本発明の範囲
F	0.1	0.1	1.4	0.4	0.006	0.003					比較例

【0047】

【表2】

処理条件 番号	焼鈍温度 (°C)	P_{H2O}/P_{H2}	備考
1	700	0.01	本発明例
2	700	0.0004	比較例
3	800	0.01	本発明例
4	800	0.03	本発明例
5	800	0.0004	比較例
6	800	0.0003	比較例
7	900	0.02	本発明例
8	900	0.0004	比較例

【0048】

溶融亜鉛めっき浴は、浴温度を500°C、浴組成をA1が0.1質量%で残部がZnおよび不可避的不純物となるように調整した。還元炉の雰囲気は、H₂ガ

スを10質量%添加したN₂ガスに水蒸気を導入し、水蒸気導入量を調整して水蒸気分圧と水素分圧の比 (P_{H2O} / P_{H2}) を調整した。焼鈍温度とP_{H2O} / P_{H2}を表2に示した値に設定して、表1に示した鋼板を再結晶焼鈍した後、めっき浴に浸漬し、窒素ガスワイピングによりめっき付着量を60g/m²に調整した。合金化処理は、鋼板をN₂ガス中で500℃に加熱し、30秒間保持して行った。

【0049】

鋼板の強度は、JIS Z 2201により評価し、490MPa以上を合格と判定した。鋼板の伸びは、JIS 5号引張り試験片を採取してゲージ厚さ5.0mm、引張り速度10mm/分にて常温引張り試験を行って評価し、30%以上の伸びを示すものを合格と判定した。

【0050】

めっき層内の酸化物粒子の評価は、めっき層断面を研磨して露出させ、走査型電子顕微鏡(SEM)で観察および酸化物粒子の像撮影を行った。SEMによる上記の撮影像をデジタル化し、画像解析によって酸化物に相当する輝度をもった部分を抽出して2値化画像を作成し、作成した2値化画像に対してノイズ除去の処理を施した後、粒子ごとの円相当径を計測し、観察視野内で検出した粒子全体について円相当径の平均値を求めた。

【0051】

めっき層のFe-Znの合金化程度の評価は、各鋼板に対して分析点を無作為に10箇所選び、グロー放電発光分析法によってめっき層中のFe濃度を定量した。各分析点のサイズは直径5mmで一定とした。めっき層中のFe濃度が7~15質量%である箇所が9ヶ所以上ある場合を合格と判定し、これ以外の場合を不合格と判断し、めっき層中のFe濃度が、7質量%未満の箇所が2箇所以上ある場合を合金化が不足であるとして不合格と判定し、15質量%超の箇所が2箇所以上ある場合を合金化が過剰であるとして不合格と判定した。

【0052】

表3に、評価結果を示す。表3より、合金化溶融亜鉛めっきを施した試験材で、強度、伸び、合金化度のいずれも合格となるのは本発明例であって、比較例では強度と伸びは合格となるものの合金化度で不合格であったり、伸びと合金化度

で合格であっても強度が不合格となった。また、本発明例の合金化溶融亜鉛めっきを施した試験材におけるめっき層中には、Al酸化物、Si酸化物、Mn酸化物、AlとSiの複合酸化物、AlとMnの複合酸化物、SiとMnの複合酸化物、AlとSiとMnの複合酸化物の一種以上の酸化物粒子を含有していることを確認した。

【0053】

【表3】

試験材 記号	処理条件 番号	めっき層中酸化 物粒子の平均径 (μ m)	強度 評価	伸び 評価	合金化度 評価	備考
A	3	0.4	○	○	○	本発明例1
A	4	0.2	○	○	○	本発明例2
A	5	ND	○	○	×	比較例1
A	7	0.2	○	○	○	本発明例3
A	8	ND	○	○	×	比較例2
B	1	0.3	○	○	○	本発明例4
B	2	ND	○	○	×	比較例3
B	3	0.2	○	○	○	本発明例5
B	4	0.2	○	○	○	本発明例6
B	5	ND	○	○	×	比較例4
B	6	ND	○	○	×	比較例5
C	1	0.5	○	○	○	本発明例7
C	2	ND	○	○	×	比較例6
C	3	0.5	○	○	○	本発明例8
C	4	0.5	○	○	○	本発明例9
C	5	ND	○	○	×	比較例7
C	6	ND	○	○	×	比較例8
C	7	0.4	○	○	○	本発明例10
C	8	ND	○	○	×	比較例9
D	3	0.6	○	○	○	本発明例11
D	4	0.5	○	○	○	本発明例12
D	5	ND	○	○	×	比較例10
D	6	ND	○	○	×	比較例11
E	3	ND	×	○	○	比較例12
E	4	ND	×	○	○	比較例13
E	5	ND	×	○	○	比較例14
E	6	ND	×	○	○	比較例15

○：合格、×：不合格、ND：検出せず

【0054】

【発明の効果】

本発明の合金化溶融亜鉛めっき鋼板は、めっき層中に酸化物粒子を含有することで、FeとZnの合金相の未形成部分の占める面積が、鋼板全体の面積の10%未満であり、強度と成形性に優れた鋼板であり、本発明の製造方法によれば、既存の連続式亜鉛めっき製造設備の操業条件の変更だけで低コストで製造できる。

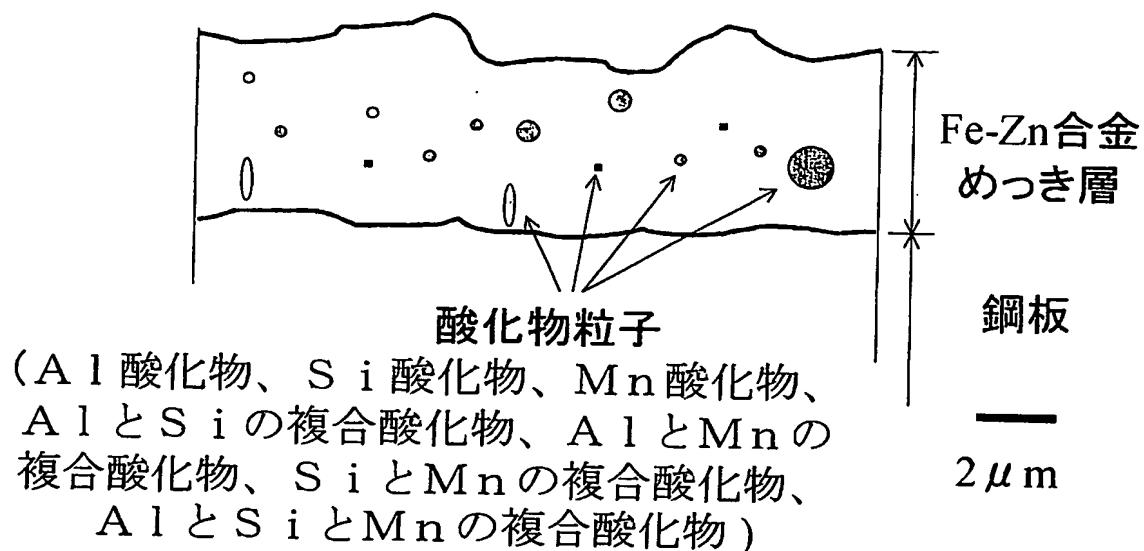
【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の合金化溶融亜鉛めっき鋼板の断面の一例を示す模式図である。

【書類名】 図面

【図1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 めっき層中のFeとZnの合金相の未形成部分の占める面積が、鋼板全体の面積の10%未満であり、強度と成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板を提供する。上記合金化溶融亜鉛めっき鋼板を、連続式亜鉛めっき製造設備で製造するにあたり、設備改造や工程を加えることなく低成本で製造する方法を提供する。

【解決手段】 Cを0.05～0.40質量%、Siを0.2～3.0質量%、Mnを0.1～2.5質量%含有し、残部をFeおよび不可避的不純物からなる鋼板の表面に、Fe濃度が7～15質量%、Al濃度が0.01～1質量%で、残部がZnと不可避的不純物からなるZn合金めっき層を有し、さらに、該めっき層中にAl酸化物、Si酸化物、Mn酸化物、及びそれらの複合酸化物から選ばれる一種以上の酸化物粒子を、単独または複合して含有することを特徴とする合金化溶融亜鉛めっき鋼板である。

【選択図】 なし

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-094728
受付番号	50300530409
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成 15 年 4 月 3 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【代理人】

【識別番号】 100107892

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋小伝馬町 16-8 共同ビル
(小伝馬町) 5 階 52 号室 恒和特許事務所

内藤 俊太

【氏名又は名称】

【選任した代理人】

【識別番号】 100105441

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋小伝馬町 16 番 8 号 共同ビル
(小伝馬町) 5 階 52 号室 恒和特許事務所

田中 久喬

次頁無

特願 2003-094728

出願人履歴情報

識別番号 [00006655]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
氏 名 新日本製鐵株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

BLACK BORDERS

IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT OR DRAWING

BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

SKEWED/SLANTED IMAGES

COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

GRAY SCALE DOCUMENTS

LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.